

GESTIÓN SOSTENIBLE DEL ESTUARIO DEL RÍO GUADIARO

I. Martínez¹, G. Gómez-Pina², J.J. Muñoz-Pérez², L. Fajes² y J.M. González¹

1.- IBERINSA, Departamento de Puertos y Costas, Centro de Negocios Albatros, c/ Anabel Segura 11, Ed. D; 28108 Alcobendas, Madrid. imaperez@acciona.es; jgherrer@acciona.es

2.- DEMARCACIÓN DE COSTAS DE ANDALUCÍA ATLÁNTICO. CÁDIZ, Avda. Marianista Cubilla 7; 11071, Cádiz. ggomez@mma.es; JJMPerez@mma.es ; LFajes@mma.es

INTRODUCCIÓN

El estuario del río Guadiaro, situado en el T.M de San Roque (Cádiz), constituye un enclave de elevado valor paisajístico y natural. En su desembocadura se forma una barra de arena debido principalmente a la dinámica marina reinante en la zona. Esta dinámica tiene además la particularidad de presentar una celda de recirculación que provoca una inversión del sentido de la corriente en los metros más cercanos a la costa, lo que a su vez provoca con determinadas condiciones (principalmente con oleajes de levante) el avance de la barra hasta cerrar por completo la desembocadura. En procesos de avenidas, el caudal del río aumenta hasta provocar la rotura de la barra y la apertura de la desembocadura.



Figura 1. Desembocadura y estuario del río Guadiaro

La disminución del caudal del río, especialmente en las épocas de estiaje, ha provocado que la apertura natural de la desembocadura ocurra cada vez con menos frecuencia, impidiendo la renovación de agua en el estuario y provocando un descenso en la calidad del agua que en ocasiones ha llegado a producir episodios de anoxia con la consiguiente mortandad de peces.

Para evitar esta situación, cuando se produce el cierre de la desembocadura se procede a su apertura de forma artificial, normalmente con medios terrestres. Históricamente se han producido numerosas actuaciones en el estuario, lográndose mejoras apreciables pero sin resolver el problema de manera definitiva.

Por este motivo la Demarcación de Costas de Andalucía-Atlántico sacó a concurso una asistencia técnica para la búsqueda de soluciones al cierre de la desembocadura.

OBJETO

El objeto de esta asistencia técnica es buscar una solución al cierre de la bocana y los problemas provocados por este. Si bien en principio se buscó una solución definitiva mediante una obra rígida, el valor ambiental de la zona hizo decantarse por una solución que aunque no fuera definitiva, resultase menos agresiva.

DINÁMICA LITORAL

El sentido general del transporte en la zona es hacia el SW, por lo que a priori resulta sorprendente que el cierre de la desembocadura se produzca habitualmente en el sentido contrario (hacia el NE).

Debido a la configuración al norte de la costa, mucho más avanzada que al sur, el patrón que gobierna la zona de la desembocadura presenta una celda de circulación en sentido horario que genera una corriente hacia el norte junto a la costa, que al llegar al espigón existente al norte de la desembocadura vira para producir de nuevo una corriente en sentido sur paralela a la costa.

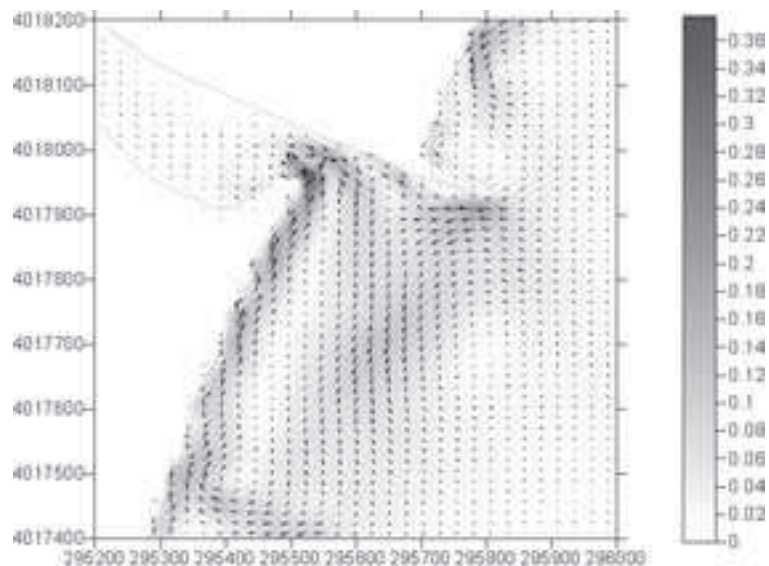


Figura 2. Ejemplo de corrientes en la desembocadura del río Guadiaro

Esa corriente hacia el NE en los primeros metros junto a la orilla es la responsable del cierre de la desembocadura. En el perfil transversal del transporte anual vemos como efectivamente el material junto a la costa es transportado hacia el NE.

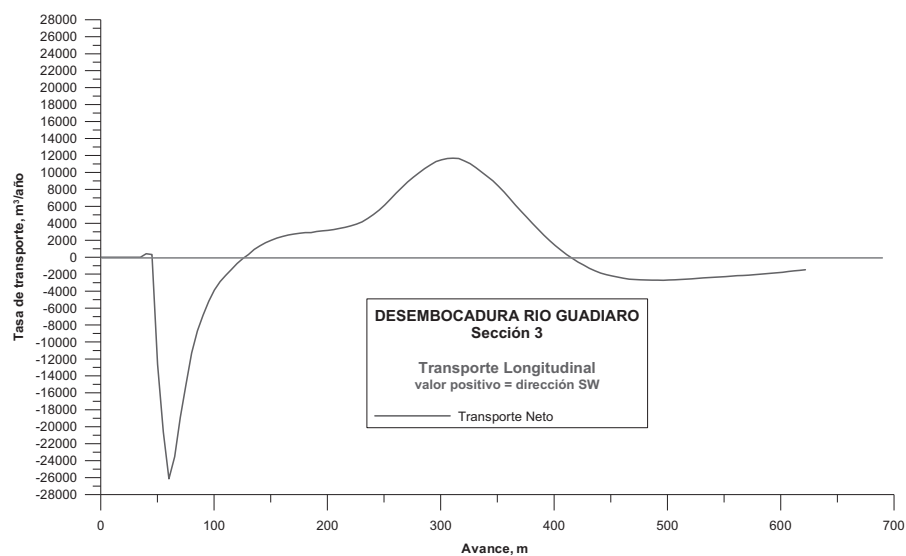


Figura 3. Tasas de transporte en sección transversal a la orilla

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

De cara a buscar posibles soluciones al problema planteado se realizó un estudio de alternativas, que incluía las siguientes.

Alternativa 1.- Monitorización del estuario y establecimiento de alarmas

Para el estudio y seguimiento del estuario se procedió a monitorizar el mismo. Para ello se instalaron en la desembocadura una cámara de video y varias sondas multiparamétricas. La instalación se hizo en uno de los pilares centrales del último puente sobre el río Guadiaro, que es un lugar central en el estuario y distante unos 400 m de la desembocadura.

La cámara permite el acceso en tiempo real a través de Internet para comprobar el estado de la desembocadura. Además permite programar la toma de fotografías en determinados momentos, que quedan registradas y pueden ser visualizadas en cualquier momento. Durante el estudio que IBERINSA realizó se tomaron fotografías diariamente con frecuencia horaria entre las 7 y las 23 horas.

Las sondas permiten registrar varios parámetros de calidad del agua que también pueden ser consultados en tiempo real a través de Internet. Los parámetros elegidos para el estudio fueron: nivel de agua, conductividad, temperatura, pH, potencial redox, turbidez y oxígeno disuelto. El sistema permite el establecimiento de alarmas tanto de máximos como de mínimos para cualquiera de los parámetros. Estas alarmas quedan registradas y además pueden ser transmitidas vía SMS en tiempo real.

La cantidad de datos obtenida no sólo permite tener un mayor conocimiento del estuario sino realizar otros estudios en profundidad.

El sistema de monitorización requiere un proceso de ajuste como se explica más adelante.

A modo de ejemplo se reproduce a continuación el gráfico correspondiente al nivel del agua durante del mes de julio de 2008, en el que se identifica perfectamente el cierre de la desembocadura producido el día 17.

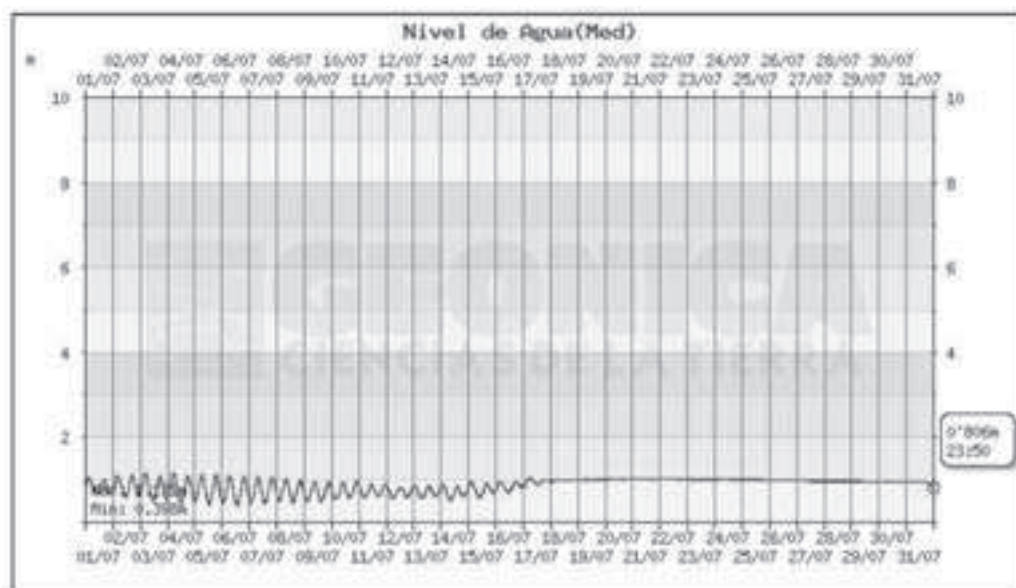


Figura 4. Variación del nivel del agua durante el mes de julio de 2008

Alternativa 2.- Apertura artificial de la desembocadura

La solución más sencilla para evitar los problemas que aparecen cuando se produce el cierre de la desembocadura es proceder a la apertura artificial de la misma. Para minimizar los riesgos es conveniente que el tiempo transcurrido entre el cierre y la apertura sea mínimo, lo cual sin embargo hace necesarias un mayor número de actuaciones. En el extremo opuesto, si se trata de minimizar el número de aperturas artificiales, se corre el riesgo de permitir un empeoramiento excesivo de la calidad del agua del estuario que puede poner en peligro la vida de los peces.

El material dragado en la desembocadura tiene unas características idóneas para su uso en regeneración de playas. Este material además es muy apreciado por las dificultades cada vez mayores para su obtención. Por este motivo esta alternativa incluye la propuesta de varias zonas para el vertido del material dragado:

- En la playa de Sotogrande, situada al N de la desembocadura entre esta y el puerto de Sotogrande.
- En la playa de Guadalquítón, a unos 450 m al S de la desembocadura del río Guadiaro. En esta zona existe una pasarela y un observatorio de aves, que debido a que la anchura de playa es pequeña ha sufrido deterioros en procesos de temporales. La arena vertida en esta proporcionará una protección adicional.

- En la playa de Guadalquítón, a unos 1000 m al S de la desembocadura del río Guadiaro. Según se deduce de los datos de dinámica litoral, a partir de unos 600 m al S de la desembocadura los transportes hacia el N y hacia el sur están suficiente mente equilibrados para esperar que el material no sea trasportado de nuevo hacia la desembocadura en un periodo pequeño de tiempo. Dado que esta zona de la playa de Guadalquítón también tiene una anchura muy reducida, se considera esta zona adecuada para el vertido.

En todos los casos el vertido de arena redundará en una mejora de la calidad de las playas, proporcionando además una protección adicional frente a la erosión.

Alternativa 3.- Construcción de espigones

Con el objeto de buscar una solución definitiva al problema, se estudió una alternativa consistente en la construcción de un espigón. Se estudiaron tanto las dimensiones como la ubicación y tipología más adecuadas.

Finalmente se concluyó que el espigón que mejor cumplía con los requerimientos buscados es uno de 125 m de longitud distante 70 m de la margen izquierda del río.

Con este espigón se logra interceptar la corriente hacia el NE que es la responsable del cierre de la desembocadura, cambiando las tasas de transporte según se aprecia en la siguiente figura:

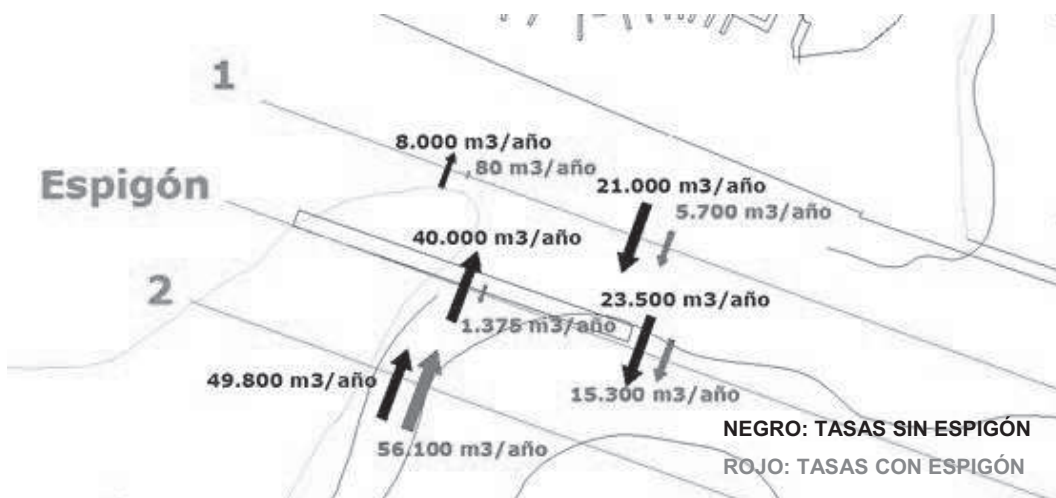


Figura 5. Variación de las tasas de transporte al construir un espigón

Conclusiones del estudio de alternativas

Las tres alternativas planteadas pueden aplicarse independientemente o combinadas entre sí.

El elevado valor ambiental de la zona llevó a descartar la alternativa 3, por tratarse de una obra rígida y tener un mayor impacto.

Se considera idónea una solución que combine las alternativas 1 y 2, pues se limitan las intervenciones a momentos puntuales y además estas intervenciones se realizarían en el momento más adecuado gracias al conocimiento del estuario que se tendría gracias al sistema de monitorización.

La combinación de estas alternativas da lugar al establecimiento de un protocolo de seguimiento y apertura, que se desarrolla a continuación.

PROTOCOLO DE SEGUIMIENTO Y APERTURA

Gracias al sistema de monitorización se tiene en todo momento un conocimiento del estado del estuario. Cuando se detecte el cierre de la desembocadura se entrará en un nivel de alerta, pero no será necesario proceder a la apertura hasta que los parámetros del agua lo indiquen.

Para los parámetros del agua se establecerán umbrales de máximos y/o mínimos que harán saltar unas alarmas, de manera que sean estas las que indiquen que es necesario proceder a la apertura. Inicialmente se han tomado como umbrales los establecidos en la normativa vigente en España respecto a la vida de peces (RD 927/1988 de 29 de julio):

Parámetro	Alarma superior	Alarma inferior
Temperatura	28	
pH	9	6
Oxígeno disuelto		7

Figura 6. Alarmas establecidas inicialmente

Dado que esta normativa establece umbrales para muy pocos parámetros, con el tiempo y a partir de la experiencia obtenida se irán estableciendo y ajustando nuevas alarmas. También podrán realizarse estudios específicos para obtener umbrales de alarma reales relacionados con la vida acuática del estuario del Guadiaro. Todo esto constituirá un proceso de calibrado del sistema.

Cuando los parámetros registrados indiquen la necesidad proceder a la apertura de la desembocadura esta se realizará de acuerdo a un protocolo que establecerá la zona y dimensiones de apertura y el lugar para verter el material dragado. Este protocolo también se ajustará en función de la experiencia obtenida.

CONCLUSIONES

Durante los años 2007 y 2008 IBERINSA llevó a cabo una serie de estudios en el estuario del río Guadiaro con objeto de buscar soluciones a los problemas originados por el cierre de la desembocadura.

Debido al elevado valor ambiental de la zona se descartaron las soluciones que requiriesen la realización de obras rígidas como espigones por tener un mayor impacto.

La monitorización resulta una potente herramienta para la gestión del litoral, permitiendo un conocimiento y estudio en profundidad del estuario.

Se desarrolla un sistema que combina la monitorización del estuario, el establecimiento de alarmas y la apertura artificial de la desembocadura. Este sistema permite limitar al máximo las intervenciones en el estuario, estableciendo un protocolo de seguimiento y apertura.

Este sistema, que requiere un mantenimiento cuidadoso para que resulte efectivo, debe ir ajustándose con la experiencia y los resultados obtenidos.